

·临床研究·

## 不同体位肩关节旋转肌群等速肌力评定的重测信度研究

丛 卉<sup>1,2</sup> 周谋望<sup>1,4</sup> 杨延砚<sup>1</sup> 王剑雄<sup>1,3</sup>

### 摘要

**目的:**利用Biodex®多关节等速力量测试和训练系统研究肩关节旋转肌群等速肌力评定在不同测试体位下的重测信度,为临床应用提供参考。

**方法:**28名健康受试者,选择向心/向心收缩模式,在60°/s和180°/s速度下分别进行坐位(肩关节外展45°、前屈30°,肩胛骨平面)与仰卧位(肩关节外展45°)肩关节旋转肌群的等速肌力评定,并于1周后由同一操作人员复测。使用组内相关系数(ICC)及测量标准误(SEM)比较不同体位重复测试的相对信度及绝对信度。

**结果:**峰力矩、总功、平均功率以及平均峰力矩在坐位与仰卧位测试中均显示了中度至高度的相对重测信度(ICC:0.83—0.98);相对峰力矩(ICC:0.71—0.94)及外旋与内旋肌群肌力比值(ICC:0.29—0.84)的相对重测信度为低度至高度。总体绝对信度良好(SEM:6.8%—27.0%),其中仰卧位的数值(SEM:6.8%—23.1%)较坐位的数值(SEM:7.2%—27.0%)更佳。

**结论:**坐位(肩关节外展45°、前屈30°,肩胛骨平面)及仰卧位(肩关节外展45°)两种体位进行肩关节旋转肌群等速肌力评定均具有良好的重测信度,其中仰卧位测试的信度较坐位更佳;在使用肩关节旋转肌群等速肌力评定结果评价受试者指标变化时,可能需要将测量标准误差考虑在内。

**关键词** 信度;肩关节;旋转肌群;等速肌力评定;坐位;仰卧位

中图分类号:R323.4;R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2014)-01-0036-06

Reliability of isokinetic assessment for shoulder internal and external rotators in different positions/  
CONG Hui, ZHOU Mouwang, YANG Yanyan, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2014, 29  
(1): 36—41

### Abstract

**Objective:** To study the test-retest reliability of isokinetic assessment of shoulder internal rotators(IR) and external rotators(ER) in different positions by using a Biodex® dynamometer.

**Method:** Twenty-eight healthy participants were tested twice by the same examiners with interval of 1 week between sessions at 60°/s and 180°/s concentrically. Every participant was tested in seated and supine positions in each session. Use intraclass correlation coefficient(ICC) and standard error of measurement(SEM) to analyze the test-retest reliability between those two positions.

**Result:** Moderate to high reliability was found for peak torque(PT), total work(TW), average power(AP) and average peak torque(AVG PT) (ICC:0.83—0.98). Low to high reliability was found for PT/body weight(BW) (ICC:0.71—0.94) and ER/IR ratio (ICC:0.29—0.84). The SEM ranged from 6.8% to 27.0% and the results of supine position (SEM: 6.8%—23.1%) was better than that of seated position (SEM: 7.2%—27.0%).

**Conclusion:** Both seated with 45° of shoulder abduction in the scapular plane position and supine with 45° of

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2014.01.008

1 北京大学第三医院康复医学科,北京,100191; 2 中国医学科学院北京协和医院保健医疗部,北京,100730; 3 四川省泸州医学院附属医院康复医学科; 4 通讯作者

作者简介:丛卉,女,博士,住院医师; 收稿日期:2013-08-22

shoulder abduction are reliable for isokinetic assessment of shoulder internal and external rotators, while the results of supine position is more reliable than that of seated position. In the clinical practice, the standard error of measurement (SEM) and minimal detectable change (MDC) reported in this study should be taken into account when evaluating the change of each participant.

**Author's address** Dept. of Rehabilitation Medicine, Peking University Third Hospital, 49 North Garden Road, Beijing, 100191

**Key word** reliability; shoulder; internal and external rotators; isokinetic assessment; seated position; supine position

肩关节旋转肌群是保持肩关节稳定性的结构中不可或缺的一部分。很多研究已经证实,肩关节外旋与内旋肌群之间存在肌力不平衡是导致肩关节骨骼-肌肉功能障碍的主要因素之一<sup>[1-3]</sup>,一旦出现肩关节旋转肌群的肌力不平衡,可能会最终导致肩关节撞击综合征、肩袖损伤等疾病的发生<sup>[4-7]</sup>。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

本课题的研究对象为健康志愿者。纳入标准:①年龄18—60岁;②双侧肩关节均可达全关节活动范围;③无上肢手术及外伤病史;④无等速肌力测试的禁忌症(如严重的高血压、心脏疾病、外周血管疾病、呼吸系统疾病等)。排除标准:①既往有肩关节疼痛、活动受限;②测试中出现肩关节不适、疼痛者,或在测试后两天内出现上述症状者。

入组总计28名,其中男13名,女15名,年龄为(23—56)岁,平均(30.36±8.27)岁,平均身高(168.29±8.89)cm,平均体重为(65.66±14.07)kg。所有受试者均为右利手,均在签署知情同意后进行治疗。

### 1.2 研究方法

试验采用等速评定设备为Biodex®多关节等速力量测试和训练系统4(Biodex® Multi-Joint System 4, Biodex Corp, Shirley NY, USA),使用等速、向心/向心模式,将肩关节活动范围设定为100°:45°(内旋)—0°—55°(外旋)。先进行坐位(肩关节外展45°、前屈30°,肩胛骨平面)体位的肩关节旋转肌群等速肌力测试,休息10—15min,然后进行仰卧位(肩关节外展45°)体位测试。坐位及仰卧位肩关节外展45°体位测试均采用60°/s及180°/s两组速度:首先在60°/s速度下全活动范围运动5次后,休息

30s,然后在180°/s速度下全活动范围重复运动10次。首次测试结束后嘱受试者于1周内保持一般活动量,勿剧烈运动肩关节,并于1周后大约同一时间复测1次。

通过系统完成测试,选择峰力矩(peak torque, PT)、相对峰力矩(peak torque/body weight, PT/BW)、总功(total work, TW)、平均功率(average power, AP)、平均峰力矩(average peak torque, AVG.PT)以及外旋与内旋肌群肌力比值(AGON/ANTAG RATIO)作为观察指标。

### 1.3 统计学分析

使用SPSS 19.0软件以及Microsoft Excel 2003版软件进行数据处理与统计分析。使用组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)对不同体位左右侧相同速度下重复测试结果一致程度进行评定,用以评估测试的相对信度。其中ICC值大于等于0.75认为可信度很好,ICC值为0.60—0.74(包含0.60)认为可信度较好,ICC值为0.40—0.60(包含0.40)认为可信度可,小于0.40则认为可信度低<sup>[2-3]</sup>。采用由Hopkins<sup>[22]</sup>推荐的测量标准误(standard error of measurement, SEM)衡量不同体位测试的绝对信度。SEM的计算方法为: $s = S\sqrt{1-r}$ 。其中s为测量标准误,S为两次测试中受试者标准差的均值,r为组内相关系数(即ICC)。计算出SEM的实际值,然后将其除以两次测试的均值,并将结果以百分比的形式记录。

## 2 结果

将28名健康受试者肩关节旋转肌群等速肌力评定结果根据测试指标(PT、PT/BW、TW、AP、AVG.PT、AGON/ANTAG RATIO)、运动方向(内旋或外旋)、测试的不同体侧(左侧或右侧)以及不同速度

(60°/s、180°/s), 分别记录并进行数据处理, 其中表1—6均记录了两次测试所得各指标的均值±标准差、均值变化量、ICC、SEM数据。

以上表格中结果显示所选择的相关参考指标进行配对*t*检验统计分析, 提示同一参考指标在两种不同体位相同速度下左右侧分别重复测试的结果无显著性差异( $P>0.05$ )。本研究选择了组内相关系数进行重复测试的相对信度研究, 结果显示肩关节

外旋与内旋肌群的峰力矩、相对峰力矩、总功、平均功率以及平均峰力矩在坐位与仰卧位测试中均显示了良好的相对重测信度(ICC: 0.71—0.98); 仅外旋肌群(ER)与内旋肌群(IR)肌力比值的相对重测信度较低(ICC: 0.29—0.84)。总体绝对信度良好(SEM: 6.8%—27.0%), 其中仰卧位(SEM: 6.8%—23.1%)较坐位(SEM: 7.2%—27.0%)更佳。

表1 肩关节旋转肌群等速肌力评定峰力矩结果 (x±s)

| 峰力矩<br>(N·M)  | 第一次<br>测试 | 第二次<br>测试 | Pearson<br>相关系数    | 均值变化 | ICC  | 95%置信区间   | SEM  |      | MDC<br>(%) |
|---------------|-----------|-----------|--------------------|------|------|-----------|------|------|------------|
|               |           |           |                    |      |      |           | 实际值  | %    |            |
| 外旋            |           |           |                    |      |      |           |      |      |            |
| 右侧、坐位、60°/s   | 21.0±9.1  | 21.9±8.9  | 0.924 <sup>②</sup> | 0.88 | 0.92 | 0.84—0.96 | 2.55 | 11.9 | 33.0       |
| 右侧、坐位、180°/s  | 16.5±7.9  | 16.8±7.9  | 0.977 <sup>②</sup> | 0.31 | 0.98 | 0.95—0.99 | 1.19 | 7.2  | 19.9       |
| 右侧、仰卧位、60°/s  | 27.9±6.3  | 27.6±6.9  | 0.889 <sup>②</sup> | 0.34 | 0.89 | 0.77—0.95 | 2.23 | 8.1  | 22.3       |
| 右侧、仰卧位、180°/s | 22.0±6.7  | 21.8±7.0  | 0.897 <sup>②</sup> | 0.15 | 0.90 | 0.79—0.95 | 2.22 | 10.1 | 28.1       |
| 左侧、坐位、60°/s   | 19.1±8.2  | 19.5±7.9  | 0.924 <sup>②</sup> | 0.44 | 0.92 | 0.84—0.96 | 2.24 | 11.6 | 32.1       |
| 左侧、坐位、180°/s  | 14.2±6.9  | 14.3±6.4  | 0.904 <sup>②</sup> | 0.09 | 0.90 | 0.80—0.95 | 2.09 | 14.6 | 40.5       |
| 左侧、仰卧位、60°/s  | 23.4±6.5  | 23.3±6.8  | 0.938 <sup>②</sup> | 0.10 | 0.94 | 0.87—0.97 | 1.58 | 6.8  | 18.8       |
| 左侧、仰卧位、180°/s | 17.1±5.3  | 17.2±6.2  | 0.877 <sup>②</sup> | 0.10 | 0.87 | 0.73—0.94 | 2.09 | 12.2 | 33.8       |
| 内旋            |           |           |                    |      |      |           |      |      |            |
| 右侧、坐位、60°/s   | 24.3±12.3 | 25.8±11.2 | 0.867 <sup>②</sup> | 1.45 | 0.86 | 0.72—0.93 | 4.34 | 17.3 | 48.0       |
| 右侧、坐位、180°/s  | 20.4±10.8 | 21.6±11.2 | 0.931 <sup>②</sup> | 1.22 | 0.93 | 0.85—0.97 | 2.91 | 13.8 | 38.4       |
| 右侧、仰卧位、60°/s  | 23.3±10.6 | 22.4±9.7  | 0.963 <sup>②</sup> | 0.87 | 0.96 | 0.92—0.98 | 2.03 | 8.9  | 24.6       |
| 右侧、仰卧位、180°/s | 18.5±9.2  | 17.9±8.4  | 0.944 <sup>②</sup> | 0.58 | 0.94 | 0.88—0.97 | 2.15 | 11.8 | 32.8       |
| 左侧、坐位、60°/s   | 24.5±10.4 | 24.8±10.2 | 0.937 <sup>②</sup> | 0.38 | 0.94 | 0.87—0.97 | 2.58 | 10.5 | 29.0       |
| 左侧、坐位、180°/s  | 19.9±10.6 | 21.1±9.7  | 0.888 <sup>②</sup> | 1.12 | 0.89 | 0.77—0.95 | 3.45 | 16.8 | 46.6       |
| 左侧、仰卧位、60°/s  | 23.9±9.3  | 23.3±8.6  | 0.954 <sup>②</sup> | 0.57 | 0.95 | 0.90—0.98 | 1.98 | 8.4  | 23.3       |
| 左侧、仰卧位、180°/s | 19.0±8.5  | 19.5±8.2  | 0.867 <sup>②</sup> | 0.44 | 0.87 | 0.73—0.94 | 3.05 | 15.9 | 43.9       |

ICC: 组内相关系数; SEM: 测量标准误; MDC: 最小可检测变化; ① $P<0.05$ ; ② $P<0.01$

表2 肩关节旋转肌群等速肌力评定相对峰力矩结果 (x±s)

| 相对峰力矩<br>(%)  | 第一次<br>测试 | 第二次<br>测试 | Pearson<br>相关系数    | 均值变化 | ICC  | 95%置信区间   | SEM  |      | MDC<br>(%) |
|---------------|-----------|-----------|--------------------|------|------|-----------|------|------|------------|
|               |           |           |                    |      |      |           | 实际值  | %    |            |
| 外旋            |           |           |                    |      |      |           |      |      |            |
| 右侧、坐位、60°/s   | 31.2±8.5  | 32.5±8.1  | 0.833 <sup>②</sup> | 1.30 | 0.83 | 0.67—0.92 | 3.41 | 10.7 | 29.7       |
| 右侧、坐位、180°/s  | 24.2±7.3  | 24.6±7.5  | 0.940 <sup>②</sup> | 0.43 | 0.94 | 0.87—0.97 | 1.82 | 7.5  | 20.7       |
| 右侧、仰卧位、60°/s  | 43.1±7.1  | 42.3±6.6  | 0.715 <sup>②</sup> | 0.74 | 0.71 | 0.47—0.86 | 3.68 | 8.6  | 23.9       |
| 右侧、仰卧位、180°/s | 33.8±8.0  | 33.4±7.5  | 0.811 <sup>②</sup> | 0.47 | 0.81 | 0.63—0.91 | 3.38 | 10.1 | 27.9       |
| 左侧、坐位、60°/s   | 28.2±7.8  | 29.0±6.8  | 0.802 <sup>②</sup> | 0.77 | 0.80 | 0.61—0.90 | 3.30 | 11.6 | 32.1       |
| 左侧、坐位、180°/s  | 20.8±7.1  | 21.1±6.6  | 0.838 <sup>②</sup> | 0.26 | 0.84 | 0.68—0.92 | 2.77 | 13.2 | 36.7       |
| 左侧、仰卧位、60°/s  | 35.8±6.9  | 35.4±5.9  | 0.854 <sup>②</sup> | 0.42 | 0.84 | 0.69—0.92 | 2.55 | 7.2  | 19.8       |
| 左侧、仰卧位、180°/s | 26.1±5.8  | 26.2±6.5  | 0.753 <sup>②</sup> | 0.09 | 0.75 | 0.53—0.88 | 3.10 | 11.9 | 32.9       |
| 内旋            |           |           |                    |      |      |           |      |      |            |
| 右侧、坐位、60°/s   | 35.9±13.0 | 38.1±10.5 | 0.782 <sup>②</sup> | 2.24 | 0.77 | 0.55—0.88 | 5.67 | 15.3 | 42.5       |
| 右侧、坐位、180°/s  | 30.1±11.1 | 31.6±11.1 | 0.867 <sup>②</sup> | 1.51 | 0.87 | 0.73—0.94 | 4.05 | 13.1 | 36.4       |
| 右侧、仰卧位、60°/s  | 34.4±10.0 | 33.1±8.6  | 0.885 <sup>②</sup> | 1.32 | 0.88 | 0.75—0.94 | 3.28 | 9.7  | 26.9       |
| 右侧、仰卧位、180°/s | 27.3±9.7  | 26.5±8.3  | 0.878 <sup>②</sup> | 0.78 | 0.87 | 0.74—0.94 | 3.28 | 12.2 | 33.7       |
| 左侧、坐位、60°/s   | 36.3±10.2 | 36.9±9.9  | 0.893 <sup>②</sup> | 0.63 | 0.89 | 0.78—0.95 | 3.28 | 9.0  | 24.8       |
| 左侧、坐位、180°/s  | 31.1±9.5  | 29.4±11.2 | 0.835 <sup>②</sup> | 1.75 | 0.83 | 0.66—0.92 | 4.33 | 14.3 | 39.7       |
| 左侧、仰卧位、60°/s  | 35.6±9.3  | 34.9±7.7  | 0.895 <sup>②</sup> | 0.73 | 0.88 | 0.75—0.94 | 2.97 | 8.4  | 23.3       |
| 左侧、仰卧位、180°/s | 28.4±9.7  | 29.1±8.0  | 0.745 <sup>②</sup> | 0.70 | 0.73 | 0.50—0.87 | 4.57 | 15.9 | 44.1       |

ICC: 组内相关系数; SEM: 测量标准误; MDC: 最小可检测变化; ① $P<0.05$ ; ② $P<0.01$

3 讨论

本研究对肩关节旋转肌群等速测试常用的两种体位, 即坐位(肩关节外展45°、前屈30°, 肩胛骨平

面)与仰卧位(肩关节外展45°)进行信度研究。选择组内相关系数进行重复测试的相对信度研究, 研究结果表明使用Biodex®多关节等速力量测试和训

表3 肩关节旋转肌群等速肌力评定总功结果

 $(\bar{x} \pm s)$ 

|    | 总功<br>(J)     | 第一次<br>测试   | 第二次<br>测试   | Pearson<br>相关系数    | 均值变化  | ICC  | 95%置信区间   | SEM   |      | MDC<br>(%) |
|----|---------------|-------------|-------------|--------------------|-------|------|-----------|-------|------|------------|
|    |               |             |             |                    |       |      |           | 实际值   | %    |            |
| 外旋 |               |             |             |                    |       |      |           |       |      |            |
|    | 右侧、坐位、60°/s   | 128.5±58.3  | 131.0±53.7  | 0.948 <sup>②</sup> | 2.49  | 0.95 | 0.88—0.97 | 13.14 | 10.1 | 28.1       |
|    | 右侧、坐位、180°/s  | 146.7±90.3  | 154.3±84.1  | 0.970 <sup>②</sup> | 7.61  | 0.97 | 0.93—0.99 | 15.84 | 10.5 | 29.2       |
|    | 右侧、仰卧位、60°/s  | 180.2±54.2  | 176.7±53.5  | 0.936 <sup>②</sup> | 3.47  | 0.94 | 0.87—0.97 | 13.63 | 7.6  | 21.2       |
|    | 右侧、仰卧位、180°/s | 221.7±91.7  | 221.7±101.5 | 0.928 <sup>②</sup> | 0.08  | 0.92 | 0.84—0.96 | 26.81 | 12.1 | 33.5       |
|    | 左侧、坐位、60°/s   | 110.9±48.6  | 115.2±50.1  | 0.931 <sup>②</sup> | 4.29  | 0.93 | 0.86—0.97 | 13.05 | 11.5 | 31.9       |
|    | 左侧、坐位、180°/s  | 110.1±78.8  | 115.9±75.8  | 0.924 <sup>②</sup> | 5.83  | 0.92 | 0.84—0.96 | 21.45 | 19.0 | 52.6       |
|    | 左侧、仰卧位、60°/s  | 143.5±52.2  | 143.0±52.4  | 0.933 <sup>②</sup> | 0.46  | 0.93 | 0.86—0.97 | 13.54 | 9.5  | 26.2       |
|    | 左侧、仰卧位、180°/s | 165.6±82.8  | 162.6±88.7  | 0.910 <sup>②</sup> | 3.00  | 0.91 | 0.81—0.96 | 26.02 | 15.9 | 44.0       |
| 内旋 |               |             |             |                    |       |      |           |       |      |            |
|    | 右侧、坐位、60°/s   | 153.4±78.4  | 165.7±74.3  | 0.861 <sup>②</sup> | 12.34 | 0.86 | 0.72—0.93 | 28.67 | 18.0 | 49.8       |
|    | 右侧、坐位、180°/s  | 196.5±132.3 | 220.8±133.8 | 0.902 <sup>②</sup> | 24.27 | 0.90 | 0.80—0.95 | 41.65 | 20.0 | 55.3       |
|    | 右侧、仰卧位、60°/s  | 136.9±78.6  | 132.2±70.7  | 0.969 <sup>②</sup> | 4.78  | 0.96 | 0.92—0.98 | 14.17 | 10.5 | 29.2       |
|    | 右侧、仰卧位、180°/s | 169.0±118.6 | 167.7±111.8 | 0.949 <sup>②</sup> | 1.30  | 0.95 | 0.89—0.98 | 26.52 | 15.8 | 43.7       |
|    | 左侧、坐位、60°/s   | 147.3±62.1  | 160.5±69.1  | 0.851 <sup>②</sup> | 13.20 | 0.85 | 0.69—0.93 | 25.76 | 16.7 | 46.4       |
|    | 左侧、坐位、180°/s  | 182.9±117.7 | 205.4±118.1 | 0.837 <sup>②</sup> | 22.50 | 0.84 | 0.68—0.92 | 47.59 | 24.5 | 67.9       |
|    | 左侧、仰卧位、60°/s  | 146.0±67.9  | 143.3±62.6  | 0.950 <sup>②</sup> | 2.71  | 0.95 | 0.89—0.98 | 15.16 | 10.5 | 29.0       |
|    | 左侧、仰卧位、180°/s | 188.0±113.2 | 189.9±102.8 | 0.890 <sup>②</sup> | 1.86  | 0.89 | 0.77—0.95 | 36.46 | 19.3 | 53.5       |

ICC:组内相关系数;SEM:测量标准误;MDC:最小可检测变化;① $P < 0.05$ ;② $P < 0.01$ 

表4 肩关节旋转肌群等速肌力评定平均功率结果

 $(\bar{x} \pm s)$ 

| 平均功率<br>(WATTS) | 第一次<br>测试 | 第二次<br>测试 | Pearson<br>相关系数    | 均值变化 | ICC  | 95%置信区间   | SEM  |      | MDC<br>(%) |
|-----------------|-----------|-----------|--------------------|------|------|-----------|------|------|------------|
|                 |           |           |                    |      |      |           | 实际值  | %    |            |
| 外旋              |           |           |                    |      |      |           |      |      |            |
| 右侧、坐位、60°/s     | 13.8±6.7  | 14.3±6.0  | 0.951 <sup>②</sup> | 0.49 | 0.95 | 0.89—0.98 | 1.47 | 10.5 | 29.0       |
| 右侧、坐位、180°/s    | 18.9±13.2 | 20.3±12.8 | 0.973 <sup>②</sup> | 1.29 | 0.97 | 0.94—0.99 | 2.17 | 11.1 | 30.8       |
| 右侧、仰卧位、60°/s    | 19.4±6.6  | 18.9±6.1  | 0.950 <sup>②</sup> | 0.53 | 0.95 | 0.89—0.98 | 1.46 | 7.6  | 21.2       |
| 右侧、仰卧位、180°/s   | 27.8±14.0 | 27.9±15.4 | 0.946 <sup>②</sup> | 0.08 | 0.94 | 0.88—0.97 | 3.54 | 12.7 | 35.2       |
| 左侧、坐位、60°/s     | 12.3±5.7  | 12.7±5.7  | 0.941 <sup>②</sup> | 0.41 | 0.94 | 0.88—0.97 | 1.38 | 11.1 | 30.8       |
| 左侧、坐位、180°/s    | 13.8±11.4 | 14.6±10.8 | 0.915 <sup>②</sup> | 0.81 | 0.91 | 0.82—0.96 | 3.25 | 22.9 | 63.5       |
| 左侧、仰卧位、60°/s    | 15.8±6.3  | 15.5±6.3  | 0.943 <sup>②</sup> | 0.36 | 0.94 | 0.88—0.97 | 1.51 | 9.6  | 26.7       |
| 左侧、仰卧位、180°/s   | 15.8±6.3  | 15.5±6.3  | 0.943 <sup>②</sup> | 0.36 | 0.94 | 0.88—0.97 | 1.51 | 9.6  | 26.7       |
| 内旋              |           |           |                    |      |      |           |      |      |            |
| 右侧、坐位、60°/s     | 16.6±9.3  | 18.3±8.7  | 0.878 <sup>②</sup> | 1.68 | 0.88 | 0.75—0.94 | 3.16 | 18.2 | 50.3       |
| 右侧、坐位、180°/s    | 24.8±19.0 | 28.2±19.9 | 0.920 <sup>②</sup> | 3.48 | 0.92 | 0.83—0.96 | 5.54 | 20.9 | 57.9       |
| 右侧、仰卧位、60°/s    | 14.4±8.7  | 14.0±7.8  | 0.965 <sup>②</sup> | 0.45 | 0.96 | 0.92—0.98 | 1.65 | 11.6 | 32.2       |
| 右侧、仰卧位、180°/s   | 20.2±16.4 | 20.0±15.5 | 0.948 <sup>②</sup> | 0.23 | 0.95 | 0.89—0.98 | 3.66 | 18.2 | 50.6       |
| 左侧、坐位、60°/s     | 15.9±7.3  | 17.4±8.0  | 0.829 <sup>②</sup> | 1.46 | 0.83 | 0.66—0.92 | 3.20 | 19.2 | 53.3       |
| 左侧、坐位、180°/s    | 22.7±16.7 | 25.5±16.8 | 0.849 <sup>②</sup> | 2.80 | 0.85 | 0.70—0.93 | 6.52 | 27.0 | 74.9       |
| 左侧、仰卧位、60°/s    | 15.3±7.7  | 14.7±7.2  | 0.942 <sup>②</sup> | 0.61 | 0.94 | 0.87—0.97 | 1.82 | 12.1 | 33.5       |
| 左侧、仰卧位、180°/s   | 21.9±15.7 | 22.0±14.6 | 0.890 <sup>②</sup> | 0.07 | 0.89 | 0.77—0.95 | 5.07 | 23.1 | 64.1       |

ICC:组内相关系数;SEM:测量标准误;MDC:最小可检测变化;① $P < 0.05$ ;② $P < 0.01$ 

练系统进行肩关节旋转肌群等速肌力评定时,坐位(肩关节外展45°、前屈30°,肩胛骨平面)与仰卧位(肩关节外展45°体位)两种体位均具有良好的相对重测信度。这一结果与Edouard P<sup>[8]</sup>、Malerba<sup>[9]</sup>、Ann等<sup>[10]</sup>的研究结果一致,而国内尚未发表相关研究。Edouard P<sup>[8]</sup>与Malerba等<sup>[9]</sup>使用Biodex多关节系统进行坐位(肩关节外展45°、前屈30°,肩胛骨平面)肩关节旋转肌群等速肌力测试,结果提示峰力矩指标的相对重测信度良好(ICC分别为0.87—0.97以及0.62—0.95);Ann等<sup>[10]</sup>研究人员选取19名健康受试者(20—27岁)使用Biodex System3等速测试仪,

采用坐位(肩胛骨平面内)进行肩关节旋转肌群等速肌力的重复测试,结果显示峰力矩(ICC:0.88—0.96)和总功(ICC:0.82—0.89)的相对重测信度良好。本研究中峰力矩的ICC值范围为0.86—0.98,与Edouard P<sup>[8]</sup>、Malerba<sup>[9]</sup>及Forthomme等<sup>[10]</sup>的结果接近,同时本研究中总功的ICC值范围为0.84—0.97;而鲜少见关于仰卧位测试的相关研究,Kuhlman等<sup>[11]</sup>使用Lido等速评定设备进行仰卧位伴肩关节外展45°体位的重复测试,并只选择肩关节外旋肌群作为研究对象,结果提示外旋肌群的峰力矩相对重测信度良好(ICC:0.82—0.83),本研究使用

表5 肩关节旋转肌群等速肌力评定平均峰力矩结果 (x±s)

| 平均峰力矩<br>(N·M) | 第一次<br>测试 | 第二次<br>测试 | Pearson<br>相关系数    | 均值变化 | ICC  | 95%置信区间   | SEM  |      | MDC<br>(%) |
|----------------|-----------|-----------|--------------------|------|------|-----------|------|------|------------|
|                |           |           |                    |      |      |           | 实际值  | %    |            |
| 外旋             |           |           |                    |      |      |           |      |      |            |
| 右侧、坐位、60°/s    | 19.3±8.6  | 20.0±8.1  | 0.941 <sup>②</sup> | 0.68 | 0.94 | 0.87—0.97 | 2.07 | 10.5 | 29.2       |
| 右侧、坐位、180°/s   | 18.0±10.2 | 19.2±10.5 | 0.926 <sup>②</sup> | 1.27 | 0.93 | 0.85—0.97 | 2.81 | 15.1 | 41.9       |
| 右侧、仰卧位、60°/s   | 26.0±6.7  | 25.9±6.4  | 0.907 <sup>②</sup> | 0.07 | 0.91 | 0.81—0.96 | 2.02 | 7.8  | 21.6       |
| 右侧、仰卧位、180°/s  | 19.0±6.3  | 19.4±6.6  | 0.890 <sup>②</sup> | 0.41 | 0.89 | 0.78—0.95 | 2.14 | 11.2 | 31.0       |
| 左侧、坐位、60°/s    | 17.4±7.3  | 18.0±7.1  | 0.930 <sup>②</sup> | 0.67 | 0.93 | 0.85—0.97 | 1.93 | 10.9 | 30.2       |
| 左侧、坐位、180°/s   | 11.8±6.6  | 12.1±6.4  | 0.922 <sup>②</sup> | 0.29 | 0.92 | 0.84—0.96 | 1.82 | 15.2 | 42.1       |
| 左侧、仰卧位、60°/s   | 21.8±6.3  | 21.7±6.4  | 0.922 <sup>②</sup> | 0.08 | 0.92 | 0.84—0.96 | 1.79 | 8.2  | 22.9       |
| 左侧、仰卧位、180°/s  | 15.2±5.1  | 15.3±5.8  | 0.888 <sup>②</sup> | 5.15 | 0.88 | 0.76—0.94 | 1.88 | 12.4 | 34.3       |
| 内旋             |           |           |                    |      |      |           |      |      |            |
| 右侧、坐位、60°/s    | 22.3±11.3 | 23.7±10.4 | 0.892 <sup>②</sup> | 1.38 | 0.89 | 0.77—0.95 | 3.62 | 15.7 | 43.6       |
| 右侧、坐位、180°/s   | 18.0±10.2 | 19.2±10.5 | 0.926 <sup>②</sup> | 1.27 | 0.93 | 0.85—0.97 | 2.81 | 15.1 | 41.9       |
| 右侧、仰卧位、60°/s   | 21.1±10.3 | 20.4±9.1  | 0.955 <sup>②</sup> | 0.68 | 0.95 | 0.89—0.98 | 2.21 | 10.7 | 29.6       |
| 右侧、仰卧位、180°/s  | 15.6±8.6  | 15.4±8.2  | 0.946 <sup>②</sup> | 0.22 | 0.95 | 0.88—0.97 | 1.97 | 12.8 | 35.3       |
| 左侧、坐位、60°/s    | 22.4±9.7  | 23.5±10.0 | 0.861 <sup>②</sup> | 1.11 | 0.86 | 0.72—0.93 | 3.67 | 16.0 | 44.3       |
| 左侧、坐位、180°/s   | 17.4±9.6  | 18.3±9.2  | 0.871 <sup>②</sup> | 0.82 | 0.87 | 0.74—0.94 | 3.38 | 18.9 | 52.5       |
| 左侧、仰卧位、60°/s   | 22.0±9.0  | 21.3±8.1  | 0.949 <sup>②</sup> | 0.70 | 0.95 | 0.89—0.97 | 2.01 | 9.2  | 25.6       |
| 左侧、仰卧位、180°/s  | 16.5±8.2  | 16.8±7.6  | 0.887 <sup>②</sup> | 0.33 | 0.88 | 0.77—0.95 | 2.68 | 16.1 | 44.6       |

ICC:组内相关系数;SEM:测量标准误;MDC:最小可检测变化;① $P < 0.05$ ;② $P < 0.01$

表6 肩关节旋转肌群等速肌力评定外旋与内旋肌群肌力比值结果 (x±s)

| 外旋与内旋肌群肌力比值<br>(%) | 第一次<br>测试  | 第二次<br>测试  | Pearson<br>相关系数    | 均值变化 | ICC  | 95%置信区间   | SEM   |      | MDC<br>(%) |
|--------------------|------------|------------|--------------------|------|------|-----------|-------|------|------------|
|                    |            |            |                    |      |      |           | 实际值   | %    |            |
| 右                  |            |            |                    |      |      |           |       |      |            |
| 坐位 60°/s           | 91.2±20.9  | 86.4±14.5  | 0.376 <sup>①</sup> | 4.76 | 0.35 | 0.02—0.64 | 14.26 | 16.1 | 44.5       |
| 坐位 180°/s          | 85.4±24.6  | 81.1±15.5  | 0.341              | 4.38 | 0.31 | 0.07—0.61 | 16.71 | 20.1 | 55.6       |
| 仰卧位 60°/s          | 132.6±34.7 | 133.0±31.9 | 0.799 <sup>②</sup> | 0.04 | 0.80 | 0.61—0.90 | 15.02 | 11.3 | 31.3       |
| 仰卧位 180°/s         | 131.2±35.8 | 131.5±30.9 | 0.845 <sup>②</sup> | 0.24 | 0.84 | 0.68—0.92 | 13.52 | 10.3 | 28.5       |
| 左                  |            |            |                    |      |      |           |       |      |            |
| 坐位 60°/s           | 78.2±8.9   | 80.0±14.7  | 0.323              | 1.78 | 0.29 | 0.09—0.59 | 9.97  | 12.6 | 34.9       |
| 坐位 180°/s          | 75.5±23.5  | 70.4±22.1  | 0.712 <sup>②</sup> | 5.13 | 0.71 | 0.46—0.86 | 12.27 | 16.8 | 46.6       |
| 仰卧位 60°/s          | 105.6±23.3 | 103.8±18.4 | 0.656 <sup>②</sup> | 1.86 | 0.64 | 0.35—0.81 | 12.54 | 12.0 | 33.2       |
| 仰卧位 180°/s         | 95.2±20.9  | 92.1±17.6  | 0.652 <sup>②</sup> | 3.09 | 0.64 | 0.36—0.82 | 11.51 | 12.3 | 34.0       |

ICC:组内相关系数;SEM:测量标准误;MDC:最小可检测变化;① $P < 0.05$ ;② $P < 0.01$

Biodex®多关节等速力量测试和训练系统,且峰力矩的ICC值高于Kuhlman等的研究结果,再次表明用Biodex®多关节等速力量测试和训练系统进行肩关节旋转肌群等速肌力评定具有良好的相对重测信度。

本研究结果中仅外旋与内旋肌群肌力比值相对信度较低,这一结果与既往研究结果一致<sup>[8,12]</sup>;Edouard P等<sup>[8]</sup>的研究结果为肩关节等速肌力外旋与内旋肌群肌力比值的ICC值为0.25—0.81,而Codine等<sup>[12]</sup>的结果为ICC值0.24—0.84,且本研究与以上两个研究均采用Biodex®多关节等速力量测试和训练系统进行肌力测试。这一结果可能与肌力比值的结果包含了外旋及内旋肌力测试的结果,进而存在误差的累积有关。而本研究中峰力矩指标的相对

重测信度良好(ICC:0.86—0.98),故认为进行肩关节肌力评定时峰力矩的结果较外旋与内旋肌力比值的结果更加可信,Edouard P与Codine等的观点也是如此。

本研究结果中肩关节外旋与内旋肌群的峰力矩、相对峰力矩、总功、平均功率、平均峰力矩以及外旋与内旋肌群肌力比值参考指标的测量标准误范围为6.8%—27.0%,相对应的最小可检测变化为18.8%—74.9%,提示坐位(肩关节外展45°、前屈30°,肩胛骨平面)与仰卧位(肩关节外展45°体位)两种体位下等速肌力评定的绝对信度均良好,表明使用Biodex®多关节等速力量测试和训练系统进行肩关节旋转肌群等速肌力评定时坐位(肩关节外展45°、前屈30°,肩胛骨平面)与仰卧位(肩关节外展

45°体位)两种体位进行测试的结果均可信。坐位(肩关节外展45°、前屈30°,肩胛骨平面)绝对信度良好的结果与Edouard P<sup>[8]</sup>、Codine<sup>[12]</sup>以及Malerba等<sup>[9]</sup>的研究结果一致。Codine等<sup>[12]</sup>统计了内旋肌群峰力矩(SEM:2.3—3.1)、外旋肌群峰力矩(SEM:2.5—5.1)的测量误差值,而Malerba等<sup>[9]</sup>的结果为内旋肌群峰力矩(SEM:1.1—4.6)、外旋肌群峰力矩(SEM:3.1—4.8)。本研究中内旋肌群峰力矩(SEM:1.98—4.34)以及外旋肌群峰力矩(SEM:1.58—2.55)的测量误差值范围与以上两个研究结果接近。Edouard P等<sup>[8]</sup>采用百分比形式记录60°/s速度下SEM变化的程度,其结果为:内旋肌群峰力矩7.7%—11.7%,外旋肌群峰力矩9.8%—14.5%,与本研究结果接近(60°/s时内旋SEM:10.5%—17.3%、外旋SEM:11.6%—11.9%)。仰卧位测试相关研究罕见。

在相同速度下,本研究中仰卧位测试(SEM:6.8%—23.1%)时各参考指标的测量标准误低于坐位测试(SEM:7.2%—27.0%),尤其仰卧位60°/s测试时最为明显(SEM:7.2%—12.1%),提示仰卧位测试的绝对信度高于坐位。研究结果表明使用Biodex®多关节等速力量测试和训练系统进行肩关节旋转肌群等速肌力评定时,仰卧位(肩关节外展45°体位)测试的信度高于坐位(肩关节外展45°、前屈30°,肩胛骨平面)。这可能与仰卧位时躯干以及肩胛骨的固定较其他体位更加稳定,限制了代偿作用有关。Forthomme等<sup>[10]</sup>曾针对仰卧位(伴肩关节外展90°或45°)及坐位测试伴肩关节外展45°(肩胛骨平面内)共三种测试体位进行重复测试研究,并推荐对于肩关节无疼痛、活动受限的患者使用仰卧位伴肩关节外展90°进行等速肌力评定。而本课题研究由于考虑到临床上测试主要应用于肩关节存在病变的患者(一般会伴有疼痛),故选择仰卧位伴肩关节外展45°的体位进行研究,此体位可以更好地减轻肩关节腔内的压力、缓解疼痛,更加符合临床需要。

#### 4 结论

①坐位(肩关节外展45°、前屈30°,肩胛骨平面)以及仰卧位(肩关节外展45°)两种体位进行肩关节旋转肌群等速肌力评定均具有良好的重测信度。②仰卧位(肩关节外展45°)的体位进行肩关节

旋转肌群等速肌力评定的信度高于坐位(肩关节外展45°、前屈30°,肩胛骨平面)的体位。③外旋与内旋肌力比值的相对重测信度较低,在临床应用时需谨慎,但其绝对信度尚可,建议在使用时与最小可检测变化(60°/s时坐位测试为30%—50%,仰卧位测试为30%—35%;180°/s时坐位测试为20%—70%,仰卧位测试为30%—60%)进行比较。④使用肩关节旋转肌群等速肌力评定结果指导相关临床决策时,需要将所得结果与测量标准误以及最小可检测变化进行比较。

#### 参考文献

- [1] Stickley CD, Hetzler RK, Freemyer BG, et al. Isokinetic peak torque ratios and shoulder injury history in adolescent female volleyball athletes[J]. Journal of Athletic Training, 2008, 43(6):571—577.
- [2] Dauty M, Delbrouck C, Huguet D, et al. Reproducibility of concentric and eccentric isokinetic strength of the shoulder rotators in normal subjects 40 to 55 years old[J]. Isokinet Exerc Sci, 2003;11:95—100.
- [3] Dvir Z. Isokinetics: Muscle Testing, Interpretation, and Clinical Applications[M]. 2nd ed. Tel Aviv, Israel: Tel Aviv University, 2004.
- [4] Leroux JL, Codine P, Thomas E, et al. Isokinetic evaluation of rotational strength in normal shoulder and shoulders with impingement syndrome[J]. Clin Orthop Relat Res, 1994, (304):108—115.
- [5] McMaster WC, Long SC, Caiozzo VJ. Isokinetic torque imbalances in the rotator cuff of the elite water polo player[J]. Am J Sports Med, 1991, 19(1):72—75.
- [6] Wang HK, Cochrane T. Mobility impairment, muscle imbalance, muscle weakness, scapular asymmetry and shoulder injury in elite volleyball athletes[J]. J Sports Med Phys Fitness, 2001, 41(3):403—410.
- [7] Stickley CD, Hetzler RK, Freemyer BG, et al. Isokinetic peak torque ratios and shoulder injury history in adolescent female volleyball athletes[J]. J Athl Train, 2008, 43(6):571—577.
- [8] Edouard P, Codine P, Samozino P, et al. Reliability of shoulder rotators isokinetic strength imbalance measured using the Biodex dynamometer[J]. J Sci Med Sport, 2013, 16(2):162—165.
- [9] Malerba JL, Adam ML, Harris BA, et al. Reliability of dynamic and isometric testing of shoulder external and internal rotators[J]. J Orthop Sports Phys Ther, 1993, 18(4):543—552.
- [10] Forthomme B, Dvir Z, Crielaard JM, et al. Isokinetic assessment of the shoulder rotators: a study of optimal test position[J]. Clin Physiol Funct Imaging, 2011, 31(3):227—232.
- [11] Kuhlman JR, Iannotti JP, Kelly MJ, et al. Isokinetic and isometric measurement of strength of external rotation and abduction of the shoulder[J]. J Bone Joint Surg Am, 1992, 74(9):1320—1333.
- [12] Codine P, Bernard PL, Sablayrolles P, et al. Reproducibility of isokinetic shoulder testing[J]. Isokinet Exerc Sci. 2005; 13:61—62.